园 艺 学 报 2013，40（7）：1399－1406 http: // www. ahs. ac. cn
Acta Horticulturae Sinica E-mail: yuanyixuebao@126.com

基于 DUS 测试性状的切花菊品种亲缘关系研究

管志勇[1]，王江民[2]，陈发棣[1,*]，房伟民[1]，陈素梅[1]，陈春全[1]，俞吉钰[1]

（[1]南京农业大学园艺学院，南京 210095；[2]云南省农业科学院质量标准与检测技术研究所，昆明 650205）

摘 要：记录 42 个切花菊品种 DUS（特异性、一致性和稳定性）测试中的 11 个多元性状，数值编码后进行聚类分析，结合品种的来源或选育背景，分析这种方法用于评估品种间亲缘关系的有效性。结果表明：菊花品种 DUS 测试的相关多元性状在品种间具有广泛的多态性，综合这些性状的信息可以对切花菊品种进行性状相似性分析，并且类间距离的远近能够较准确反映品种间亲缘关系。

关键词：切花菊；DUS 测试；表型；亲缘关系

中图分类号：S 682.1^{+}1 **文献标志码：**A **文章编号：**0513-353X（2013）07-1399-08

Phylogenetic Research Based on Morphological Characters from DUS Test on Cut Chrysanthemum Cultivars

GUAN Zhi-yong[1]，WANG Jiang-min[2]，CHEN Fa-di[1,*]，FANG Wei-min[1]，CHEN Su-mei[1]，CHEN Chun-quan[1]，and YU Ji-yu[1]

（[1]*College of Horticulture，Nanjing Agricultural University，Nanjing* 210095，*China*；[2]*Institute of Agricultural Quality Standard and Detecting Technology of Yunnan Academy of Agricultural Sciences，Kunming* 650205，*China*）

Abstract：Eleven multi-variant morphological traits，often used for DUS（Distinctness，Uniformity and Stability）test，of 42 cultivars of cut chrysanthemum were recorded for cluster analysis in order to assess their genetic relationships. And also the effectiveness of this method for assessing the genetic relationship was evaluated，in comparison with the origins and breeding backgrounds of the investigated cultivars. The results indicated that there existed considerable diversities in the 42 cut chrysanthemum cultivars considering the recorded DUS testing traits. The cluster analysis based on the morphological data indicated that the genetic relationships among the investigated cultivars of cut chrysanthemum could be accurately uncovered using the average pair-wise distances between groups.

Key words：cutting chrysanthemum；DUS-test；morphological trait；genetic relationship

菊花（*Chrysanthemum* × *morifolium* Ramat）起源于中国，现有栽培品种约 3 000 个（李鸿渐，1993）。切花菊品种数量众多、遗传背景复杂，给其分类和亲缘关系研究带来了困难。根据形态学特征对植物进行区分，是植物系统学最有效、最直接的研究方法。传统分类学与统计学、计算机技术结合产生的数量分类学方法，使基于形态学特征的研究更加高效（陈家宽 等，1988；钟扬 等，1989，1990），在现代分类学研究中得到了广泛应用（Stace，1980；Maja et al.，2010）。

收稿日期：2013－02－04；**修回日期：**2013－06－14

基金项目：国家自然科学基金项目（31272196）；江苏省科技支撑计划项目（BE2011325）；农业部‘948’项目（2013-S13）；公益性行业（农业）科研专项（200903020）

* 通信作者 Author for correspondence（E-mail：chenfd@njau.edu.cn）

DUS 测试是通过检测植物新品种的特异性（Distinctness）、一致性（Uniformity）和稳定性（Stability），为新品种保护提供科学依据（陈海荣 等，2005；卢柏山 等，2010）。DUS 测试的相关性状也被用于遗传多样性分析（Csaba et al.，2010；唐浩 等，2011）。本试验中以 42 个切花菊品种为试材，采用菊花 DUS 测试相关性状研究品种相似性及亲缘关系，旨在为品种资源研究和选配育种亲本提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料与处理

材料为南京农业大学菊花课题组选育的‘南农红枫’等 27 个品种及其保存的‘Monalisa’等 15 个国外品种（表 1，图 1）。

表 1 试验品种

Table 1 Cultivars of test

品种背景 Background of cultivar	标号 Code	品种名 Cultivar name	花型 Type of flower	花色 Flower color
引种 Introduced cultivar	1	Monalisa Rosy	托桂 Anemone disc	粉 Pink
	2	Monalisa	托桂 Anemone disc	白 White
	3	Monalisa Yellow	托桂 Anemone disc	黄 Yellow
	4	Monalis Cream	托桂 Anemone disc	淡黄 Light yellow
	5	Monalisa Currant	托桂 Anemone disc	橙红 Orange
	6	旭风車 Xu Fengche	雀舌 Spatulate ray floret	红、黄双色 Red，yellow
‘Puma Sunny’×‘寒小白’	7	南农赤峰 Nannong Chifeng	托桂 Anemone disc	黄 Yellow
‘Puma Sunny’×‘Hanxiaobai’	8	南农金碟 Nannong Jindie	托桂 Anemone disc	黄 Yellow
	9	南农雪峰 Nannong Xuefeng	托桂 Anemone disc	白 White
	10	南农银山 Nannong Yinshan	托桂 Anemone disc	白 White
	11	南农月桂 Nannong Yuegui	托桂 Anemone disc	白 White
	12	南农玉盘 Nannong Yupan	托桂 Anemone disc	白 White
‘Monalisa Yellow’×‘南农功勋’	13	南农丽粉 Nannong Lifen	托桂 Anemone disc	粉 Pink
‘Monalisa Yellow’×‘Nannong Gongxun’	14	南农丽红 Nannong Lihong	托桂 Anemone disc	红 Red
	15	南农丽雪 Nannong Lixue	托桂 Anemone disc	白 White
	16	南农雅莓 Nannong Yamei	托桂 Anemone disc	白 white
	17	南农胭脂莓 Nannong Yanzhimei	托桂 Anemone disc	粉、白双色 Pink，white
引种 Introduced cultivar	18	Puma Sunny	托桂 Anemone disc	黄 Yellow
市场购买（国外品种）Purchase	19	Feeling White	重瓣 Double type	绿白 Green and white
‘Feeling White’×‘南农红扣’	20	南农佳丽 Nannong Jiali	重瓣 Double type	紫红色 Purple
‘Feeling White’×‘Nannong Hongkou’	21	南农红星 Nannong Hongxing	重瓣 Double type	粉红 Pink
	22	南农紫星 Nannong Zixing	重瓣 Double type	粉紫 Pink and purple
	23	南农金鼎 Nannong Jinding	重瓣 Double type	黄 Yellow
	24	南农金星 Nannong Jinxing	重瓣 Double type	橙黄 Orange
市场购买（国外品种）Purchase	25	Dazzler	单瓣 Single type	红 Red
‘Dazzler’天然杂交后代	26	南农宫粉 Nannong Gongfen	单瓣 Single type	粉 Pink
‘Dazzler’natural hybrids	27	南农红枫 Nannong Hongfeng	单瓣 Single type	红 Red
	28	南农红雀 Nannong Hongque	单瓣 Single type	红 Red
	29	南农红袖 Nannong Hongxiu	雀舌 Spatulate ray floret	红 Red
	30	南农小丽 Nannong Xiaoli	单瓣 Single type	白、紫双色 White，purple
‘Biarritz 紫’天然杂交后代 ‘Biarritz Zi’natural hybrids	31	南农金荷 Nannong Jinhe	单瓣 Single type	黄 Yellow
市场购买（国外品种）Purchase	32	Biarritz Yellow	雀舌 Spatulate ray floret	橙黄 Orange
	33	Biarritz Red	雀舌 Spatulate ray floret	橙红 Orange red
‘Biarritz 紫’天然杂交后代	34	南农风车 Nannong Fengche	雀舌 Spatulate ray floret	粉紫 Pink，purple
‘Biarritz Zi’natural hybrids	35	南农舞风车 Nannong Wufengche	雀舌 Spatulate ray floret	泥金 Golden
引种 Introduced cultivar	36	秀幔戴花 Xiuman Daihua	雀舌 Spatulate ray floret	粉 Pink
Grand Yellow 天然杂交后代	37	南农粉蝶 Nannong Fendie	雀舌 Spatulate ray floret	粉 Pink
引种 Introduced cultivar	38	Grand Yellow	单瓣 Single type	黄 Yellow
市场购买（国外品种）Market purchases	39	双色葵 Shuangsekui	重瓣 Double type	红、黄双色 Red，yellow
‘双色葵’天然杂交后代 ‘Shuangsekui’natural hybrids	40	南农功勋 Nannong Gongxun	单瓣 Single type	紫、白双色 Purple，white
‘Dazzler’天然杂交后代 ‘Dazzler’natural hybrids	41	南农紫勋章 Nannong Zixunzhang	单瓣 Single type	白、紫双色 White，purple
市场购买（国外品种）Purchase	42	寒小白 Hanxiaobai	单瓣 Single type	白 White

图 1　供试的 42 份品种

品种编号同表 1。

Fig. 1　42 cultivars of test

The codes of cultivars were listed in Table 1.

分别于每年 4 月扦插繁殖，种植在南京农业大学菊花种质资源圃内，常规管理（周军 等，2009）。每品种观察 15 株，2010 年和 2011 年观察两个周期。

1.2　数据采集与处理

本研究中所调查的性状为国际植物新品种保护联盟的《Guidelines for the Conduct of Tests for

Distinctness，Uniformity and Stability Chrysanthemum》（International Union for the Protection of New Varieties of Plants，2010）及中华人民共和国农业部（2013）《植物新品种 DUS 测试指南——菊花》中列出的 11 个多元分级性状，其中叶片性状 5 个，花部性状 6 个（表 2）。性状鉴定按照相应的 DUS 测试指南要求进行。

表 2 性状、编码及性状多样性指数

Table 2 Characteristics，corresponding code and diversity index of 42 cutting chrysanthemum cultivar

性状 Characteristics	性状表现及其编码 Type of individual characteristics and it code	Shannon 多样性指数 Shannon's diversity index	Simpson 多样性指数 Simpson's diversity index
叶缘锯齿数 Number of indentations leaf margin	少（3），中（5），多（7） Few（3），medium（5），many（7）	1.0635	0.6429
锯齿深度 Depth of indentations	浅（3），中（5），深（7） Shallow（3），medium（5），deep（7）	0.8985	0.5227
叶端 Shape of tip on leaf	锐尖（3），尖（5），圆钝（7） Acute（3），medium acute（5），obtuse（7）	0.9404	0.5805
一次裂刻程度 Depth of lowest lateral sinus	浅（3），中（5），深（7） Shallow（3），medium（5），deep（7）	0.9366	0.5771
二次裂刻程度 Depth of second lateral sinus	浅（3），中（5），深（7） Shallow（3），medium（5），deep（7）	0.9366	0.5771
重瓣型 Layer of ray florets	单瓣（2），复瓣（3），重瓣（5） Single（2），semi double（3），double（5）	1.0424	0.6315
花盘类型 Type of flower disc	非托桂（2），托桂（3） Daisy（2），anemone（3）	0.6749	0.4819
舌状花类型 Type of ray florets	平瓣（1），舟型瓣（2），匙瓣（3） Ligulate（1），incurved（2），spatulate（3）	1.0466	0.6349
舌状花表面 Upper surface of ray floret	内曲（1），直（2），外反（3） Incurving（1），straight（2），reflexing（3）	0.6518	0.4592
舌状花纵轴 Longitudinal axis of ray floret	有棱（2），有龙骨（3） Ribbed（2），keeled（3）	0.6668	0.3594
舌状花颜色数 Number color of ray floret	1（1），2（2） One（1），two（2）	0.5196	0.3367

以 42 个切花菊品种作为分类单元，基于不同品种的 11 个形态性状的性状代码为变量计算欧氏距离，采用算术平均数的非加权成组配对法（Unweighted pair group method with arithmetic mean，UPGMA）进行聚类分析，用 SAS 软件 9.0 版（SAS Institute Inc.，Cary，NC，USA）进行聚类分析（高惠玄，2001）。通过比较推测种间亲缘关系，并与品种实际来源及选育背景进行对照。Shannon 及 Simpson 多样性指数利用 EXCEL 软件计算（孔凡洲 等，2012）。

2 结果与分析

2.1 品种间性状多样性分析

表 2 显示出供试 42 个切花菊品种在各个性状上均表示出多样性，叶缘锯齿数、舌状花类型、重瓣型的 Shannon 多样性指数较大，分别为 1.0635、1.0466、1.0424；叶缘锯齿数、舌状花类型、重瓣型的 Simpson 多样性指数也较大，分别为 0.6429、0.6349、0.6315。将所选用的 11 个多元性状用于聚类分析，结果如图 2。

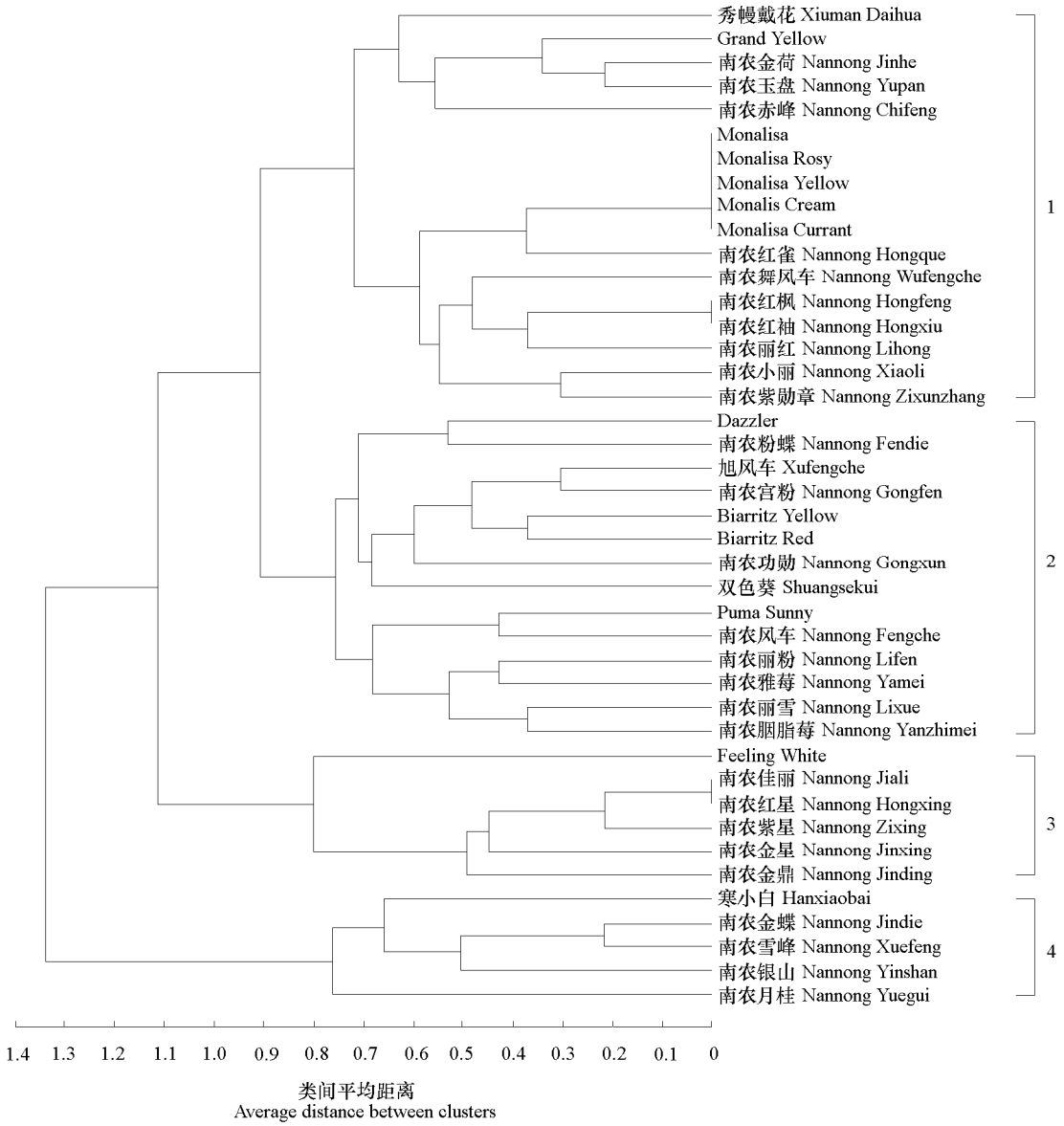

图 2　42 个切花菊品种的聚类亲缘关系图

Fig. 2　Dendrogram of phylogenetic relation ship of 42 cut chrysanthemum cultivars based on morphological character

2.2　品种间聚类分析

2.2.1　不同花型、花色品种的聚类情况

根据试验聚类结果，可将 42 个品种分为 4 类（图 2）。42 个品种的花有平单瓣型、重瓣型、托桂型、雀舌型 4 种， 6 个重瓣型品种在本次聚类中均聚在第 3 类，并且在此类中花色相近或相同的品种距离靠近。第 4 类的 5 个品种中的 4 个均为托桂型，唯一的非托桂型，是它们的亲本‘寒小白’；另外 7 个托桂型品种‘南农玉盘’、‘南农赤峰’、‘Monalisa’、‘Monalisa Rosy’、‘Monalisa Yellow’、‘Monalis Cream’、‘Monalisa Currant’也处于第 1 类的第 1 组和第 2 组邻近位置；第 2 类的第 2 组中的 5 个品种‘Puma Sunny’、‘南农丽雪’、‘南农胭脂莓’、‘南农丽粉’、‘南农雅莓’均为托桂型，仅一个托桂型品种‘南农丽红’与两组托桂型未聚在一起。

9 个雀舌型品种中的 5 个品种：‘南农粉蝶’、‘旭风车’、‘Biarritz Yellow’、‘Biarritz Red’、‘南

农风车’较集中地分布在第 2 类第 1 组，其余 4 个雀舌型品种‘南农红雀’、‘南农舞风车’、‘南农红袖’、‘秀幔戴花’分布在第 1 类第 2 组和第 1 组，相互间距离除‘秀幔戴花’略远外，距离接近。

单瓣型的 7 个品种中有 5 个品种聚在第 1 类，分别是：‘Grand Yellow’、‘南农金荷’、南农红枫’、‘南农小丽’、‘南农紫勋章’，而其余两个单瓣型品种‘南农宫粉’、‘南农功勋’聚在第 2 类。另外，就花色而言，具有双色的品种也聚类在同一分类单元，如‘南农功勋’与‘双色葵’、‘南农小丽’与‘南农紫勋章’均在聚在相邻位置，在重瓣型和托桂型品种集中的分类单元中也表现为具有相同或相近颜色的品种彼此靠近。

2.2.2 相同或相似育种背景品种的聚类情况

‘南农佳丽’、‘南农红星’、‘南农紫星’、‘南农金星’、‘南农金鼎’均为‘Feeling White’和‘南农红扣’的杂交后代，在本次聚类中这 5 个子代全部与其亲本‘Feeling White’聚在一类。‘南农玉盘’、‘南农赤峰’、‘南农金碟’、‘南农雪峰’、‘南农银山’、‘南农月桂’均是‘寒小白’与‘Puma Sunny’的杂交一代，在本研究中其中的‘南农金碟’、‘南农雪峰’、‘南农银山’、‘南农月桂’与其亲本‘寒小白’聚在一类，仅‘南农玉盘’和‘南农赤峰’聚类在稍远的位置。

同为‘Monalisa Yellow’×‘南农功勋’后代的‘南农丽雪’、‘南农胭脂莓’、‘南农丽粉’、‘南农雅莓’也聚在一类，并且与亲本‘南农功勋’的距离较近，仅‘南农丽红’距离‘南农功勋’较远，但它与其母本‘Monalisa Yellow’的距离接近。类似的‘南农小丽’与‘南农紫勋章’两者来源于同一亲本组合也聚为一类。‘Monalisa’、‘Monalisa Rosy’、‘Monalisa Yellow’、‘Monalis Cream’、‘Monalisa Currant’、为同一系列品种，具有相同的叶型、花型，它们具有相同的遗传背景，在本研究中也聚在一类，同样的情况还有‘Biarritz Yellow’和‘Biarritz Red’。

同为‘Dazzler’天然杂交后代的‘南农紫勋章’、‘南农宫粉’、‘南农红枫’、‘南农红雀’、‘南农红袖’、‘南农小丽’的 6 个品种，除了‘南农宫粉’外，5 个品种与亲本‘Dazzler’也彼此处于相近的位置。来源于‘双色葵’天然杂交后代的‘南农功勋’和‘双色葵’也聚为一类。

但来源于有亲缘关系的‘Biarritz Yellow’和‘Biarritz Red’天然杂交后代的‘南农风车’、‘南农金荷’、‘南农舞风车’处于相对较远的位置。‘Grand Yellow’与其天然杂交后代也没有聚为一类。

3 讨论

3.1 品种的聚类情况

就花型而言，聚类结果有较强的规律性，特别是重瓣型和托桂型，在本研究中基本聚在一个分类单元，单瓣型可能由于其在品种演化过程中属于较原始的花型，而相对距离较远。

来源于同一天然杂交组合的少数不同后代处于相对较远的位置，原因可能是菊花杂交后代的性状杂种优势和超亲分离现象（张飞 等，2010）。菊花的遗传背景是高度杂合，杂交或自交会产生性状的广泛分离（徐文辉 等，2000），有性后代群体的变异谱大，加之菊花频繁的引种、育种造成各地品种的种质存在着相互渗入的可能（李仁伟，2011）。

3.2 聚类分析中性状的选取和性状的赋值

菊属植物演化过程中，形态学性状的变异在相当程度上是独立的，由于性状间相对独立，各单个性状有可能独自向着某一方向进化，如花色、花型、叶形、株型等重要观赏性状都互不干扰地独自演化，从而形成了今日纷繁多样的品种群（戴思兰 等，1995）。各性状间相对独立进化为判断祖征性状和进化性状带来困难，因此性状的选取和性状的赋值是此类研究的关键。用于数量分类的性

状并非越多越好（周兰英 等，2009），无意义的性状会带来干扰信息，应选取对品种类别有较大影响的性状。而性状的赋值应统一于品种性状演化规律，往往祖征性状取小值，进化性状取大值（戴思兰和陈俊愉，1995）。DUS 测试中所包括的多元形态性状可被明确定义、准确识别和清晰地描述；便于操作，不受或少受环境条件影响，可靠性与重复性强，是亲缘研究的优良备选性状（Csaba et al.，2010）。

3.3　形态数量分类在菊花种质资源亲缘关系研究中的作用

戴思兰等（1995）对 10 份中国野生菊属植物和 18 个栽培菊花品种的 35 个形态性状和 2 个生物学性状进行统计，对获得的信息数据进行了聚类分析，其形态数据聚类得到的结果与传统分类结果较为吻合。吴国盛等（2009）利用形态数量分类进行了菊属及亚菊属野生物种的亲缘关系分析，结果也支持传统分类。本研究中采用 DUS 测试中的 11 个多元形态性状，对 42 份切花菊品种进行了表型多样性和亲缘关系研究。聚类结果表明，这些性状的结果不仅反映的是表型的相似性，也能反映品种间亲缘关系的实质。由此，利用 DUS 测试性状中的多元性状进行菊花品种的数量分类方法具有较高的可靠性，且较分子（缪恒彬 等，2008）或生化（丁玲 等，2008）分类方法经济简便易操作，可在研究切花菊品种的亲缘关系时给予充分利用。

References

Chen Hai-rong，Lü Bo，Wang Jia-hong，Wei Zhu-shan，Chen Da-hu，Ge Guo-jun，Gu Xiao-jun. 2005. Preliminary study on DUS testing techniques and methods of hot（or sweet）pepper（*Capsicum annuum* L.）. Acta Agriculturae Shanghai，21 (2)：118－121. (in Chinese)

陈海荣，吕　波，王加红，韦祝山，陈大虎，葛国军，顾晓君. 2005. 辣（甜）椒 DUS 测试技术和方法初探. 上海农业学报，21 (2)：118－121.

Chen Jia-kuan，Sun Xiang-zhong，Wang Hui-qin，Zhong Yang，Huang De-shi. 1988. Studies on numerical classificaton of sagittaria in China. Journal of Wuhan University-Natural Science Edition，(1)：107－114. (in Chinese)

陈家宽，孙祥钟，王徽勤，钟　扬，黄德世. 1988. 中国慈姑属的数量分类研究. 武汉大学学报：自然科学版，(1)：107－114.

Csaba Szamosi，Ilknur Solmaz，Nebahat Sari，Csaba Barsony. 2010. Morphological evaluation and comparison of Hungarian and Turkish melon（*Cucumis melo* L.）germplasm. Scientia Horticulturae，(124)：170－182.

Dai Si-lan，Chen Jun-yu. 1995. Cladistic study on some *Dendranthema* spp. in China. Journal of Wuhan Botanical Research，15 (1)：27－34. (in Chinese)

戴思兰，陈俊愉. 1995. 中国菊属一些植物的分支分类学研究. 武汉植物学研究，15 (1)：27－34.

Dai Si-lan，Zhong Yang，Zhang Xiao-yan. 1995. Study on numerieal taxonomy of some Chinese species of *Dendranthema*（DC）Des Mou. Journal of Beijing Forestry University，17 (4)：9－15. (in Chinese)

戴思兰，钟　杨，张晓艳. 1995. 中国菊属植物部分种的数量分类研究. 北京林业大学学报，17 (4)：9－15.

Ding Ling，Chen Fa-di，Teng Nian-jun，Fang Wei-min. 2008. Analysis of genetic diversity of cultivars in *Dendranthema* × *grandiflorum* based on POD and SOD isozyme. Scientia Agricultura Sinica，41 (4)：1142－1150. (in Chinese)

丁　玲，陈发棣，滕年军，房伟民. 2008. 菊花品种间过氧化物酶、酯酶同工酶的遗传多样性分析. 中国农业科学，41(4)：1142－1150.

Gao hui-xuan. 2001. Applied method of statistics and SAS system. Beijing：Beijing University Press：190－204. (in Chinese)

高惠玄. 2001. 实用统计方法与 SAS 系统. 北京：北京大学出版社：190－204.

International Union for The Protection of New Varieties of Plants. 2010. Guidelines for the conduct of tests for distinctness，uniformity and stability chrysanthemum. Geneva：International Union for The Protection of New Varieties of Plants.

Kong Fan-zhou，Yu Ren-cheng，Xu Zi-jun，Zhou Ming-jiang. 2012. Application of excel in calculation of biodiversity indices. Marine Sciences，36 (4)：47－62. (in Chinese)

孔凡洲，于仁成，徐子钧，周名江. 2012. 应用 Excel 软件计算生物多样性指数. 海洋科学，36 (4)：47－62.

Li Hong-jian. 1993. Chysanthemums in China. Nanjing：Jiangsu Science and Technology Press：12－27. (in Chinese)

李鸿渐. 1993. 中国菊花. 南京：江苏科学技术出版社：12－27.

Li Ren-wei. 2011. Genetic diversity and classification of large-flowered chrysanthemum with SRAP[M. D. Disseration]. Beijing：Beijing Forestry University. (in Chinese)

李仁伟. 2011. 大菊品种遗传多样性及基于 SRAP 标记的分类研究[硕士论文]. 北京：北京林业大学.

Lu Bai-shan，Wang Rong-huan，Wang Feng-ge，Zhang Hua-sheng，Li Rui-yuan，Zhao Jiu-ran. 2010. Phenotypic diversity of maize inbred lines based on DUS testing traits. Journal of Plant Genetic Resources，11 (1)：103－107. (in Chinese)

卢柏山，王荣焕，王凤格，张华生，李瑞媛，赵久然. 2010. 基于 DUS 测试性状的玉米自交系形态多样性分析. 植物遗传资源学报，11 (1)：103－107.

Maja Podgornika，Irma Vuk，Irena Vrhovnik，Dunja Bandelj Mavsara. 2010. A survey and morphological evaluation of fig（*Ficus carica* L.）genetic resources from Slovenia. Scientia Horticulturae，(125)：380－389.

Miao Heng-bin，Chen Fa-di，Zhao Hong-bo，Fang Wei-min，Shi Li-min. 2008. Genetic Diversity and construction of fingerprinting of chrysanthemum cultivars by ISSR markers. Scientia Agricultura Sinica，41 (11)：3735－3740. (in Chinese)

缪恒彬，陈发棣，赵宏波，房伟民，石丽敏. 2008. 应用 ISSR 对 25 个小菊品种进行遗传多样性分析及指纹图谱构建. 中国农业科学，41 (11)：3735－3740.

Ministry of Agriculture of the People's Republic of China. 2013. NY/T 2228-2012. Guidelines for the conduct of tests for distinctness，uniformity and stability-chrysanthemum. Beijing：China Agriculture Press. (in Chinese)

中华人民共和国农业部. 2013. NY/T 2228-2012. 植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南——菊花. 北京：中国农业出版社.

Stace C A. 1980. Plant taxonomy and biosystematics. London：Edward Arnold.

Tang Hao，Yu Han-yong，Xiao Ying-hui，Wei Xing-hua，Zhang Xin-ming，Chen Li-yun. 2011. Diversity analysis on morphological characteristics of the example varieties based on rice DUS testing. Journal of Plant Genetic Resources，12 (6)：853－859. (in Chinese)

唐 浩，余汉勇，肖应辉，魏兴华，张新明，陈立云. 2011. 基于 DUS 测试的水稻标准品种形态性状多样性分析. 植物遗传资源学报，12 (6)：853－859.

Wu Guo-sheng，Chen Fa-di，Chen Su-mei，Zhao Hong-bo，Fang Wei-min. 2009. Morphological characters cluster and phylogenetic relationship analysis of several *Dendranthema* and *Ajania* species. Journal of Nanjing Agricultural University，32 (1)：155－159. (in Chinese)

吴国盛，陈发棣，陈素梅，赵宏波，房伟民. 2009. 部分菊属与亚菊属植物的形态学聚类及亲缘关系分析. 南京农业大学学报，32 (1)：155－159.

Xu Wen-hui，Gao Hai-qing，Chen Hua-jin. 2000. Some rules of *Dendranthema morifolia* character heredity. Journal of Zhejiang Forestry College，17 (1)：37－41. (in Chinese)

徐文辉，高海卿，陈华进. 2000. 菊花某些性状遗传规律的初步探讨. 浙江林学院学报，17 (1)：37－41.

Zhang Fei，Chen Fa-di，Fang Wei-min，Chen Su-mei，Li Feng-tong. 2010. Heterosis and mixed genetic analysis of inflorescence traits of chrysanthemum. Scientia Agricultura Sinica，43 (14)：2953－2961. (in Chinese)

张 飞，陈发棣，房伟民，陈素梅，李风童. 2010. 菊花花器性状杂种优势与混合遗传分析. 中国农业科学，43 (14)：2953－2961.

Zhong Yang，Chen Jia-kuan，Huang De-shi. 1989. Method and procedure of numerical cladistic taxonomy. Wuhan：Wuhan University Press. (in Chinese)

钟 扬，陈家宽，黄德世. 1989. 数量分类的方法与程序. 武汉：武汉大学出版社.

Zhong Yang，Zhang Xiao-yan，Huang De-shi. 1990. Studies on numerical cladistic taxonomy of nymphaeales. Journal of Biomathematics，5 (2)：156－161. (in Chinese)

钟 扬，张晓艳，黄德世. 1990. 睡莲目的数量分支分类学研究. 生物数学学报，5 (2)：156－161.

Zhou Jun，Chen Fa-di，Fang Wei-min. 2009. Cultural timing of cut chrysanthemum for export. Quality Supervision Bureau of Jiangsu Province. (in Chinese)

周 军，陈发棣，房伟民. 2009. 出口切花菊生产技术规程. 江苏省质量监督管理局.

Zhou Lan-ying，Wang Yong-qing，Zhang Li，Hu Ze-ming. 2009. Mathematic classification of 46 species in rhododendron with the morphologic characters. Scientia Silvae Sinicae，45 (8)：67－75. (in Chinese)

周兰英，王永清，张 丽，胡泽明. 2009. 46 种杜鹃花属植物表型性状的数量分类. 林业科学，45 (8)：67－75.